



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 43 16 643 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
A 61 B 8/00
G 06 F 3/16

②① Aktenzeichen: P 43 16 643.1
②② Anmeldetag: 18. 5. 93
②③ Offenlegungstag: 16. 12. 93

DE 43 16 643 A 1

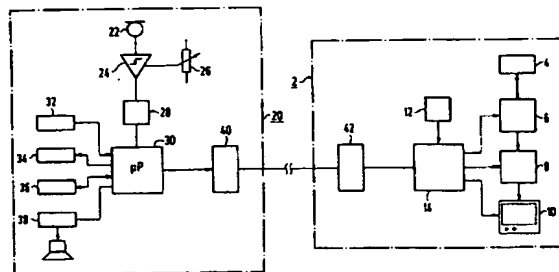
③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
15.06.92 EP 92 11 0064.0

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Knoche, Jochem, Dipl.-Ing., 8500 Nürnberg, DE

⑤④ Diagnostisches Ultraschallgerät mit einer Akustikbedieneinheit

⑤⑦ Ein Ultraschallgerät (2) umfaßt eine Bedieneinheit (12), über die Betriebszustände des Ultraschallgeräts (2) manuell vorgebbar sind und die aus den vorgegebenen Betriebszuständen Betriebszustandssignale erzeugt. Eine mit der Bedieneinheit (12) verbundene Steuerung (14, 50) erzeugt aus den Betriebszustandssignalen Steuersignale für das Ultraschallgerät (2). Eine Akustikbedieneinheit (20) ist mit der Steuerung (14, 50) verbunden, die aus akustischen Signalen neben der Bedieneinheit (12) Betriebszustandssignale erzeugt.



DE 43 16 643 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNESDRUCKEREI 10. 93 308 050/447

8/46

Diagnostisches Ultraschallgerät mit einer Akustikbedieneinheit.

Die Erfindung betrifft ein diagnostisches Ultraschallgerät mit einer Bedieneinheit, über die Betriebszustände des Ultraschallgeräts manuell vorgebar sind und die aus den vorgegebenen Betriebszuständen Betriebszustandssignale erzeugt, und mit einer mit der Bedieneinheit verbundenen Steuerung, die aus den Betriebszustandssignalen Steuersignale für das Ultraschallsignal erzeugt.

Die Bildschirm-Darstellung von Teilen der Anatomie des menschlichen Körpers mit Hilfe des Ultraschalls ist für die medizinische Diagnostik unentbehrlich geworden. Diagnostische Ultraschallgeräte bieten eine Vielzahl von Untersuchungsmöglichkeiten, die abhängig von der medizinischen Fragestellung durch unterschiedliche Betriebszustände charakterisiert sind. Außerdem können verschiedene Parameter am Gerät eingestellt werden, um eine optimale Bilddarstellung zu erhalten. Zu den Betriebszuständen gehören auch verschiedene Bilddarstellungsarten wie z. B. A-, B-, M-Mode und Kombinationen davon. Zur Vorgabe der Parameter bzw. Betriebszustände ist bei handelsüblichen Ultraschallgeräten eine Bedieneinheit vorgesehen, die z. B. ein Tastenfeld oder auch eine Konsole umfaßt. Spezielle Untersuchungen, wie etwa die Untersuchungen der unteren Extremitäten, werden durch eine drahtlose oder eine über ein Kabel mit dem Gerät verbundene Fernbedienung der Betriebszustände erleichtert. Durch die Fernbedienung ist z. B. die Bilddarstellung, die Bildfeldgröße und Vergrößerung, die Aktivierung eines Videoprinters oder eine Bildspeicherung steuerbar. Zur weiteren Arbeitserleichterung insbesondere bei schwierigen Untersuchungen ist ein Fußschalter vorgesehen, der z. B. zwei Pedale umfaßt. Dabei ist z. B. mit dem ersten Pedal der Bildspeicher aktivierbar, während die Funktion des zweiten Pedals frei wählbar ist.

Diagnostische Ultraschallgeräte werden nun zunehmend auch zur Bildgebung bei interventionellen (z. B. Punktionen) und invasiven (z. B. chirurgische Eingriffe) Verfahren eingesetzt. Bei der intraoperativen Anwendung besteht das Problem darin, daß das Gerät in der Regel nicht steril ist, so daß die Bedienung durch eine weitere, im nicht sterilen Bereich aufhaltende Person übernommen werden muß. Bei intraluminaren Ultraschalluntersuchungen hat der Untersucher in der Regel keine Hand mehr frei, das Ultraschallgerät zu bedienen. Eine ähnlich Situation ist bei der ultraschallgeführten Implantation radioaktiver Seeds zur Behandlung des Prostatakarzinoms gegeben. Hier reichen in der Regel die durch den Fußschalter gegebenen Möglichkeiten Betriebsarten auszuwählen nicht aus.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde ein Ultraschallgerät anzugeben, dessen Betriebszustände von einem Benutzer berührungslos vorgegeben werden können.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine Akustikbedieneinheit mit der Steuerung verbunden ist, die aus akustischen Signalen neben der Bedieneinheit Betriebszustandssignale erzeugt. Die Steuerung der Betriebszustände über eine Akustikbedieneinheit erlaubt dem Untersucher, sich voll auf die Untersuchung zu konzentrieren, ohne durch die Bedienung des Ultraschallgeräts abgelenkt zu werden. Außerdem kann er bei schwierigen Untersuchungsschritten oder ultraschallgeführten Eingriffen beide Hände benutzen und gleichzeitig den

Betriebszustand des bei der Untersuchung verwendeten Ultraschallgeräts ändern. Ultraschallgeräte mit einer Akustikbedieneinheit finden demnach Anwendung insbesondere bei der Chirurgie, bei der Untersuchung mit einem Ultraschallkatheter und bei der ultraschallgeführten Implantation oder Biopsie Anwendung.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Akustikbedieneinheit einen Kommandospeicher mit Speicherplätzen für höchstens 30 verschiedene Datensätze umfaßt, wobei ein Datensatz ein akustisches Signal repräsentiert. Durch die Begrenzung auf eine relativ kleine Anzahl akustisch deutlich unterscheidbarer Signale oder Kommandos ergibt sich eine hohe Treffsicherheit bei der Signalerkennung und damit eine hohe Sicherheit bei der Bedienung des Ultraschallgeräts.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Akustikbedieneinheit einen Sprachsynthesizer umfaßt, der die als Kommando erkannten akustischen Signale sprachlich bestätigt. Auch die sprachliche Bestätigung dient der Bedienungssicherheit.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Akustikbedieneinheit ein drahtloses Mikrophon umfaßt. Damit ist der Benutzer gegenüber einer Kabelverbindung in seiner Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von 2 Figuren erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Akustikbedieneinheit, die über eine Schnittstelle mit einem Ultraschallgerät verbunden ist und

Fig. 2 eine in ein Ultraschallgerät integrierte Akustikbedieneinheit mit einem drahtlosen Mikrophon.

Die Akustikbedieneinheit steuert ein herkömmliches Ultraschallgerät 2. Das Ultraschallgerät 2 ist in Fig. 1 als Blockschaltbild gezeigt. Das Ultraschallgerät 2 umfaßt einen Ultraschallapplikator 4, der mit einer Sende-Empfangeinheit 6 verbunden ist. Die Sende-Empfangeinheit 6 erzeugt Sendeimpulse, die vom Ultraschallapplikator 4 als Ultraschallwelle in ein Untersuchungsgebiet abgestrahlt werden. Aus dem Untersuchungsgebiet empfangene Echosignale werden vom Ultraschallapplikator 4 in elektrische Signale umgewandelt und von der Sende-Empfangeinheit 6 weiter bearbeitet. Die Sende-Empfangeinheit 6 ist mit einer Signalverarbeitungseinheit 8 verbunden, die aus den empfangenen Echosignalen Bildsignale erzeugt, die zur Darstellung auf einem Monitor 10 vorgesehen sind. Über eine Bedieneinheit 12, die z. B. eine Konsole mit einem Tastenfeld, Funktionsschalter und Einstellregler für z. B. eine tiefenabhängige Verstärkung umfaßt, sind Betriebszustände des Ultraschallgeräts 2 manuell vorgebar. Aus den vorgegebenen Betriebszuständen erzeugt die Bedieneinheit 12 Betriebszustandssignale. Diese Betriebszustandssignale werden als Eingangssignale in eine mit der Bedieneinheit 12 verbundenen Steuerung 14 eingegeben. Die Steuerung 14 erzeugt aus den Betriebszustandssignalen Steuersignale, die auf die Sende-Empfangeinheit 6, die Signalverarbeitungseinheit 8 und den Monitor 10 wirken. Die Bedieneinheit 12 kann auch eine hier nicht dargestellte Infrarot-Fernbedienung umfassen, mit der dem Ultraschallgerät 2 ausgewählte Betriebszustände vorgebar sind. Zusätzlich ist es möglich, über hier ebenfalls nicht dargestellte Fußschalter parallel zur Bedieneinheit 12 ein oder zwei Betriebszustände vorzugeben.

Wichtige Einstellungen für das Ultraschallgerät 2, die

über die Bedieneinheit 12 manuell vorgenommen werden können, sind z. B.:

- Schieberegler, die für verschiedene Tiefen die Verstärkung eines Tiefenausgleichsverstärkers vorgeben, wobei die Einstellungen für verschiedene Applikatortypen gespeichert werden können,
- Echofilter und Bildkorrelation in mehreren Stufen,
- Dynamikbereich vorgebar,
- Grauwertkompression,
- Bilddarstellungsart, z. B. A-, B-, M-Mode und Kombination,
- Zeilendichtevorgabe,
- Vergrößerung eines vorgebbaren Bildfensters,
- Wahl der Zeitachse bei M-Mode-Darstellung,
- Bildumkehr Rechts/Links oder Oben/Unten,
- Bildposition,
- Schwarz-Weiß-Umkehr für Negativdarstellung,
- Bild speichern
- usw.

Über eine Akustikbedieneinheit 20 lassen sich nun ausgewählte Betriebszustände über akustische Signale berührungslos vorgeben. Die Akustikbedieneinheit 20 umfaßt ein Mikrophon 22, das mit dem Eingang eines einstellbaren Schwellwertverstärkers 24 verbunden ist.

Der Schwellwert des Schwellwertverstärkers 24 ist über ein Potentiometer 26 einstellbar und dient der Ausblendung von Hintergrundgeräuschen. Die Ausblendung von Hintergrundgeräuschen kann auch durch eine geeignete Schaltung vorgenommen werden, die über ein Tiefpaßfilter mit großer Zeitkonstante (bis zu mehreren Sekunden) den Mittelwert der Geräusche bildet. Dieser Mittelwert bildet dann den Schwellwert. Das vom Mikrophon 22 aufgenommene Signal muß somit einen Mindestpegel aufweisen, um weiterverarbeitet zu werden. Eine Signalanpassungseinheit 28 ist mit dem Ausgang des Verstärkers 24 verbunden und wandelt charakteristische Eigenschaften des analogen akustischen Signals in digitale Information für einen Mikroprozessor 30 um. Die Funktion der Signalanpassungseinheit 28 wird weiter unten noch erläutert.

Mit dem Mikroprozessor 30 sind Bedienelemente 32 verbunden, mit denen die verschiedenen Betriebszustände der Akustikbedieneinheit 20 vorgebar sind. Die Hauptbetriebszustände der Akustikbedieneinheit 20 sind "Kommandos lernen" und "Kommandos erkennen". Anzeigelemente 34 sind vorgesehen um die Betriebszustände der Akustikbedieneinheit 20 dem Benutzer mitzuteilen. Des weiteren ist mit dem Mikroprozessor 30 ein Kommandospeicher 36 verbunden, der als Schreib-Lese-Speicher ausgeführt ist und der einen oder mehrere benutzerspezifische Kommandosätze speichern kann. Je nach verwendetem System kommen z. B. eine Harddisk oder eine Nonvolatile-RAM-Card als nicht flüchtiger Kommandospeicher 36 in Betracht. Ein ebenfalls mit dem Mikroprozessor 30 verbundener Sprachsynthesizer 38 dient der akustischen Bestätigung eines erkannten Kommandos.

Die vom Mikroprozessor 30 erkannten Kommandos werden als Betriebszustandsignale über eine Schnittstelle 40 an das Ultraschallgerät 2 übergeben, wozu im Ultraschallgerät 2 eine Schnittstelle 42 vorgesehen ist, die die übernommenen Kommandos an die Steuerung 14 weitergibt.

Das im folgenden beschriebene Verfahren zur Erkennung der akustischen Signale als Kommandos erfordert

im Vergleich zu anderen Verfahren einen sehr geringen Hard- und Softwareaufwand. Bei diesem Spracherkennungsverfahren ist jedoch einschränkend, daß nur wenige und akustisch deutlich unterscheidbare Worte oder Kommandos erkannt werden können.

Es genügt, sich bei der Steuerung des Ultraschallgeräts 2 auf maximal 30 Betriebszustände also 30 verschiedene Kommandos zu beschränken. Ausgewählte Betriebszustände sind z. B.:

- Bild speichern
- Real time
- Ultraschallfrequenz 1
- Ultraschallfrequenz 2
- Vergrößern Bereich 1
- Vergrößern Bereich 2
- Vergrößern Bereich 3
- Vergrößern Ende
- Hardcopy für den Tiefenausgleichsverstärker
- Verstärkung erhöhen
- Verstärkung erniedrigen
- Abtasttiefe 1
- Abtasttiefe 2
- Abtasttiefe 3
- Verstärkungsänderung Stop.

Die Kommandos können vom Benutzer frei programmiert werden. Wird der Versuch gemacht, zwei nur schwer unterscheidbare Kommandos einzugeben, wird das zweite Kommando aus Sicherheitsgründen von Mikroprozessor 30 der Akustikbedieneinheit 20 abgelehnt.

Hier wertet Signalanpassungseinheit 28 das vom Mikrophon empfangene akustische Signal nur nach den Nulldurchgängen und nicht nach seiner Amplitude aus. Damit entfallen aufwendige Amplitudennormierungen des akustischen Signals. Die Zeitdauer zwischen zwei Nulldurchgängen entspricht der Frequenz. Sie wird ermittelt und als Binärzahl codiert. Hier ist vorgesehen, für jedes Kommando ein Wort zu nehmen, das in 16 Abschnitte unterteilt ist. Damit wird für jedes Wort die gleiche Datenmenge erhalten. Jeder Abschnitt wird für sich frequenzanalysiert. Durch die Aufteilung in 16 Abschnitte gleicher Dauer stört es nicht, wenn ein Wort in einer anderen Geschwindigkeit gesprochen wird als in der abgespeicherten Version. Um für jeden Abschnitt zu einer Zahlenfolge zu kommen, die bei geringem Speicherbedarf relativ einfach mit einem Referenzmuster vergleichbar ist, werden pro Abschnitt die Häufigkeiten der auftretenden Frequenzen untersucht. Es wird also für jeden Abschnitt nur noch gespeichert, wie oft z. B. der Frequenzbereich 2 bis 3,5 kHz auftaucht. Durch Beschränkung auf insgesamt sieben Frequenzbereiche ergibt sich pro Wortabschnitt ein Speicherbedarf von z. B. 7 × 8 Bit. Der achte Frequenzbereich wird nicht benutzt, damit werden also pro Wort 128 Watt abgespeichert.

Die Akustikbedieneinheit 20 ist damit in der Lage, ein Kommando in Form eines Frequenz-Häufigkeitsmusters zu speichern. Da bei jedem Sprechen desselben Wortes leichte Unterschiede auftreten, wird in einer von den Bedienelementen 32 vorgebbaren Lernphase jedes Wort z. B. viermal eingegeben und ein Durchschnittsmuster als einen das akustische Signal repräsentierenden Datensatz abgespeichert.

Bei der Betriebsart "Kommando erkennen" wird ein in das Mikrophon 22 gesprochenes Wort oder Kommando in sein Frequenz-Häufigkeitsmuster zerlegt und mit allen Referenzmustern Datensätzen verglichen. Das Kommando mit der geringsten Fehlerquadratsumme

gilt als erkannt, wobei für die Fehlerquadratsumme ein oberer Grenzwert festgelegt werden kann.

Bei dem Ultraschallgerät 2 nach Fig. 2 ist eine Akustikbedieneinheit in die Steuerung des Ultraschallgeräts integriert. Eine Zentralsteuerung 50 umfaßt sowohl die Steuerung für das Ultraschallgerät als auch die Steuerung für die Akustikbedieneinheit. Im Vergleich mit der Ausführung nach Fig. 1 ist somit in der Zentralsteuerung 50 die Steuerung 14 für das Ultraschallgerät und der Mikroprozessor 30 für die Akustikbedieneinheit zusammengefaßt. Damit entfallen auch die Schnittstellen 40 und 42. Um den Benutzer nicht durch Kabelverbindungen zu behindern, ist ein drahtloses Mikrophon 52 vorgesehen, das neben dem eigentlichen Mikrophon 22, z. B. ein Umhänge- oder Kehlkopfmikrophon, einen Mikrophonsender 54 umfaßt. Ein Mikrophonempfänger 56 ist am Ultraschallgerät 2 angeordnet und mit dem Verstärker 24 verbunden. Die restlichen Funktionseinheiten entsprechen den schon anhand von Fig. 1 beschriebenen Einheiten, wobei die Anzeige des Betriebszustandes der Akustikbedieneinheit 20 über den Monitor 10 erfolgt.

Die Sicherheit bei der Bedienung des Ultraschallgeräts kann durch einen sogenannten Entscheidungsbaum erhöht werden. Dabei wird anhand des aktuellen Betriebszustands geprüft, ob das erkannte Kommando in diesem Zusammenhang sinnvoll und ungefährlich ist. Eine zusätzliche Sicherheit kann durch eine bestätigende Abfrage z. B. durch den Sprachsynthesizer 38 erzielt werden, der das erkannte Kommando wiederholt und eine Sicherheitsabfrage "sind sie sicher?" oder ähnliches anfügt. Die Ausführung des Kommandos erfolgt dann nach einer erkannten Bestätigung mit "ja" oder einem vom Benutzer definierten Schlüsselwort.

Patentansprüche

1. Diagnostisches Ultraschallgerät (2) mit einer Bedieneinheit (12), über die Betriebszustände des Ultraschallgeräts (2) manuell vorgebar sind und die aus den vorgegebenen Betriebszuständen Betriebszustandssignale erzeugt, und mit einer mit der Bedieneinheit (12) verbundenen Steuerung (14, 50), die aus den Betriebszustandssignalen Steuersignale für das Ultraschallgerät (2) erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß eine Akustikbedieneinheit (20) mit der Steuerung (14, 50) verbunden ist, die aus akustischen Signalen neben der Bedieneinheit (12) Betriebszustandssignale erzeugt.
2. Diagnostisches Ultraschallgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustikbedieneinheit (20) als Sprachsteuereinheit ausgebildet ist.
3. Diagnostisches Ultraschallgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustikbedieneinheit (20) einen Kommandospeicher (36) mit Speicherbereichen für höchstens 30 verschiedene Datensätze umfaßt, wobei ein Datensatz ein akustisches Signal oder Kommando repräsentiert.
4. Diagnostisches Ultraschallgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustikbedieneinheit (20) einen Sprachsynthesizer (38) umfaßt, der das als Kommando erkannte akustische Signal sprachlich betätigt.
5. Diagnostisches Ultraschallgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Akustikbedieneinheit (20) ein drahtloses Mikrophon (52) umfaßt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

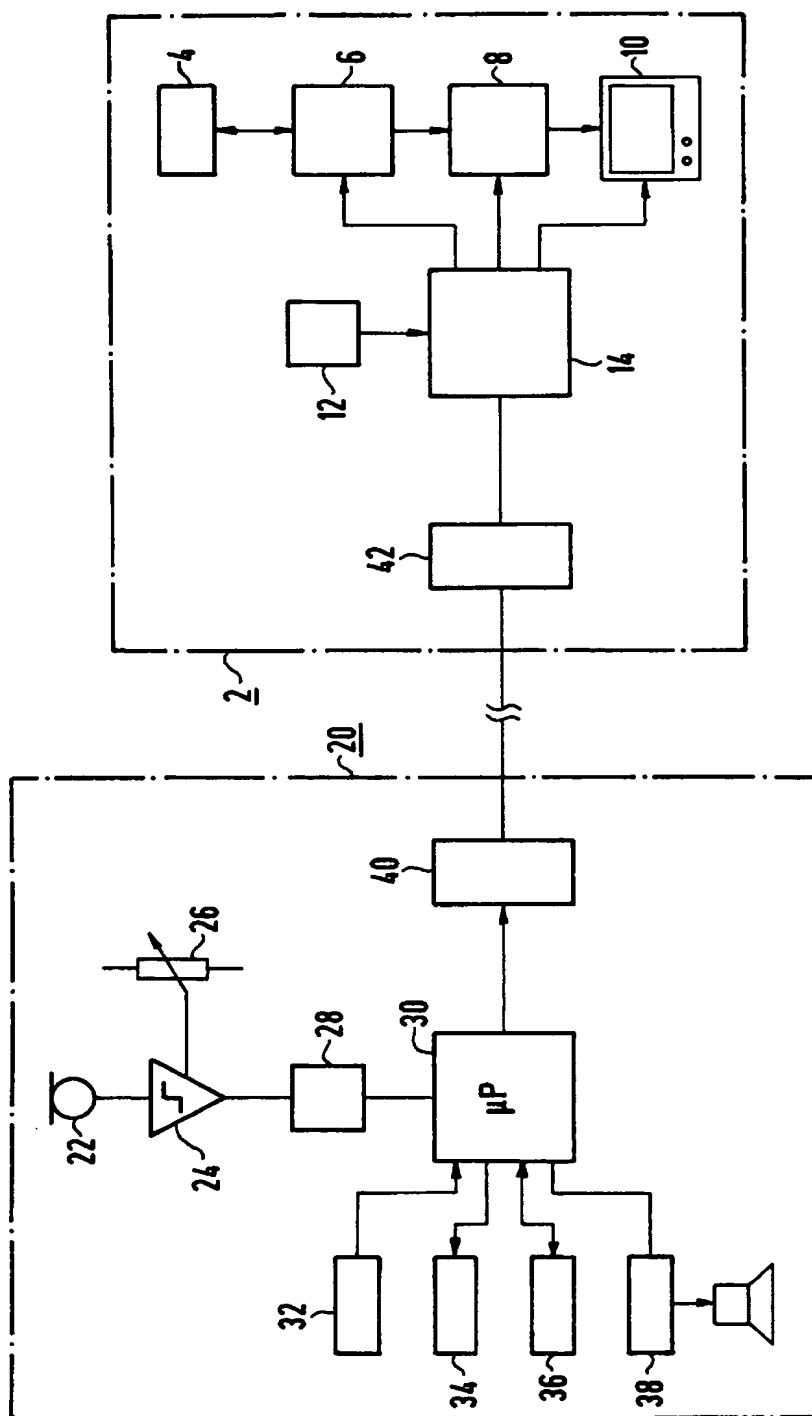


FIG 1

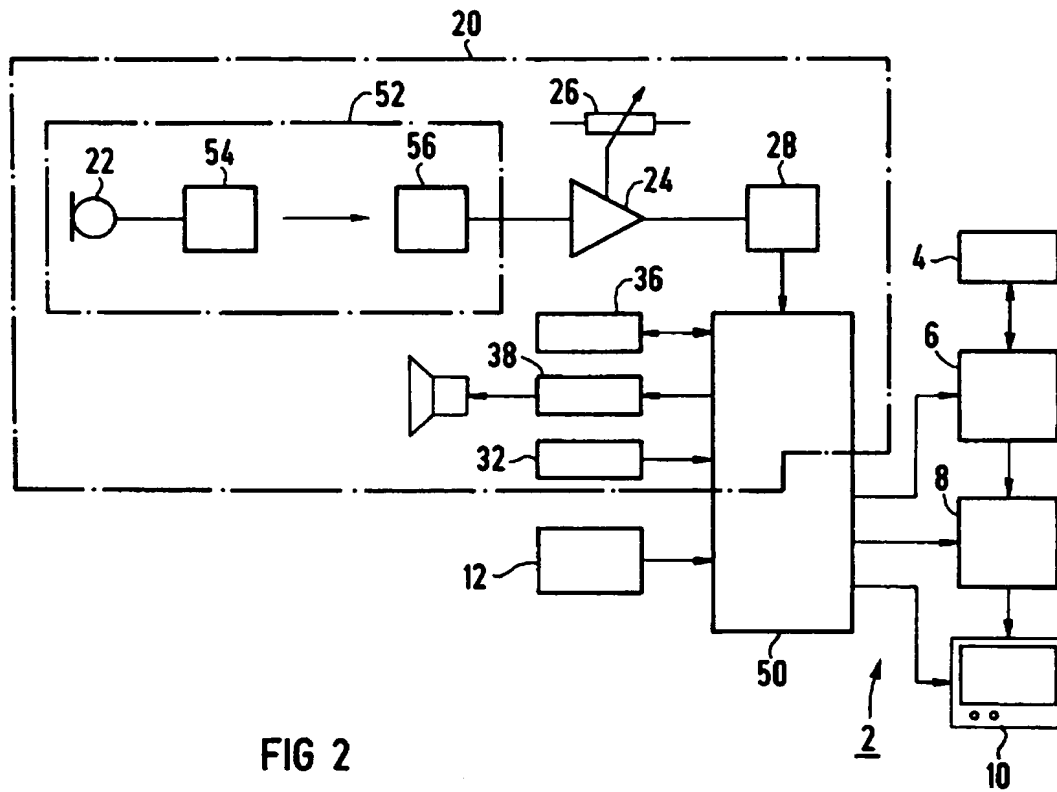


FIG 2